

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN



## OCTROOIRAAD #5

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 2 juni 1989

onder nummer 8901402, ten name van:

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken

te Eindhoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Digitaal transmissiesysteem, zender en ontvanger te gebruiken in het transmissiesysteem en registratiedrager verkregen met de zender in de vorm van een optekeninrichting",  
en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 16 maart 1990.

Namens de Voorzitter van de Octrooiraad,

(P.R.T.F. Tripman)

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Digitaal transmissiesysteem, zender en ontvanger te gebruiken in het transmissiesysteem en registratiedrager verkregen met de zender in de vorm van een optekeninrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een digitaal transmissiesysteem met een zender en een ontvanger, voor het verzenden via een transmissiemedium, en ontvangen van, een breedbandige digitaal signaal met een zekere bemonsterfrequentie  $F_s$ , bij voorbeeld een

5 digitaal audiosignaal, waarbij de zender is voorzien van een ingangsklem voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal, welke ingangsklem is gekoppeld met een ingang van een tot de zender behorende signaalbron die is ingericht voor het genereren en aan een uitgang toevoeren van een tweede digitaal signaal, dat is opgebouwd uit op

10 elkaar volgende frames waarbij elke frame is opgebouwd uit een aantal informatiepakketten, elk informatiepakket bevattende  $N$  bits waarbij  $N$  groter is dan 1, waarbij de ontvanger is voorzien van een decoder met een ingang voor het ontvangen van het tweede digitale signaal, welke decoder is voorzien van een uitgang die is gekoppeld met een

15 uitgangsklem voor het afgeven van het breedbandige digitale signaal, KOP K1]. De uitvinding heeft eveneens betrekking op een zender en een ontvanger te gebruiken in het transmissiesysteem, een zender in de vorm van een inrichting voor het optekenen van het tweede digitale signaal in een spoor op een registratiedrager, een registratiedrager, verkregen met

20 de zender, en een ontvanger in de vorm van een inrichting voor het uitlezen van het tweede digitale signaal uit het spoor op de registratiedrager. Een transmissiesysteem van de in de aanhef genoemde soort, is bekend uit het artikel "The Critical Band Coder — Digital Encoding of Speech signals based on the Percentual requirements of the

25 Auditory System" van M.E. Krasner in Proc. IEEE ICASSP 80, Vol 1, pp 327.331, April 9-11, 1980. Het betreft hier weliswaar een transmissiesysteem waarbij in de zender gebruik gemaakt wordt van een subband kodeersysteem en in de ontvanger een daarmee korresponderend subband decodeersysteem, de uitvinding is echter niet tot een dergelijk

30 kodeersysteem beperkt, zoals later zal blijken.

In het uit de voornoemde publikatie bekende systeem is gebruik gemaakt van een opdeling van de spraaksignaalband in een aantal

subbanden, waarvan de bandbreedten bij benadering corresponderen met de bandbreedten van de kritieke banden van het menselijk oor in de respectieve frequentiegebieden (vergelijk Fig. 2 in het artikel van Krasner). Deze opdeling is gekozen omdat op grond van psycho-akoestische

5 experimenten verwacht mag worden dat de kwantiseringsruis in een dergelijk subband optimaal gemaskeerd zal worden door de signalen in deze subband, wanneer bij de kwantisering rekening wordt gehouden met de ruis-maskeringskromme van het menselijk oor (deze kromme geeft de drempelwaarde voor het maskeren van ruis in een kritieke band door een

10 enkele toon in het midden van de kritieke band, vergelijk Fig. 3 in het artikel van Krasner).

In het geval van een digitaal muzieksignaal van hoge kwaliteit, dat overeenkomstig de Compact Disc standaard wordt gerepresenteerd met 16 bits per signaalmonster bij een

15 bemonsterfrequentie  $1/T = 44,1$  kHz, blijkt dat de toepassing van deze bekende sub-band codering met een geschikt gekozen bandbreedte en een geschikt gekozen kwantisering voor de respectieve sub-banden resulteert in gekwantiseerde uitgangssignalen van de coder die met een gemiddeld aantal van ongeveer 2,5 bits per signaalmonster kunnen worden

20 gepresenteerd, terwijl de kwaliteit van de replica van het muzieksignaal niet waarneembaar verschilt van die van het originele muzieksignaal in vrijwel alle passages van vrijwel alle soorten muzieksignalen.

De subbanden hoeven niet noodzakelijkerwijs te corresponderen met de bandbreedten van de kritieke banden van het

25 menselijke oor. Het is ook wel mogelijk dat de subbanden een andere bandbreedte hebben, bijvoorbeeld allemaal dezelfde bandbreedte, mits men bij de bepaling van de maskeringsdrempel hiermee rekening houdt.

De uitvinding beoogt nu een aantal maatregelen te verschaffen voor het transmissiesysteem, waarbij het in het bijzonder

30 gaat om een heel specifieke keuze voor het formaat waarmee het digitale breedbandige signaal, na omzetting tot het tweede digitale signaal, via het transmissiemedium kan worden verzonden, zodanig dat een flexibel en min of meer universeel bruikbaar transmissiesysteem wordt verkregen. Daarmee wordt bedoeld dat de zender in staat is breedbandige digitale

35 signalen van verschillende formaten (deze formaten onderscheiden zich onder andere door de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  van het breedbandige digitale signaal, die verschillende waarden kan hebben, zoals 32 kHz,

44,1 kHz en 48 kHz, zoals in de digitale audio interface standaard van de AES en de EBU is vastgelegd) om te zetten naar het tweede digitale signaal. Evenzo is de ontvanger in staat uit dit tweede digitaal signaal dan weer het juiste formaat breedbandige signaal af te leiden. Het

5 transmissiesysteem volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat, indien P in de formule

$$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

10 waarbij

BR gelijk is aan de bitrate van het tweede digitale signaal, en  $n_s$  het aantal samples is van het breedbandige digitale signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige tot het tweede digitale signaal behorende informatie, zich bevindt in één frame van het tweede digitale

15 signaal,

een geheel getal is, het aantal informatiepakketten B in één frame gelijk is aan P, en dat, indien P geen geheel getal is, het aantal informatiepakketten in een aantal van de frames gelijk is aan P', waarbij P' het eerste op P volgende lager gelegen gehele getal is, en

20 het aantal informatiepakketten in de andere frames gelijk is aan P'+1, zodanig dat precies voldaan wordt aan de eis dat de gemiddelde frame rate van het tweede digitale signaal in hoofdzaak gelijk is aan  $F_s/n_s$ , dat een frame is opgebouwd uit ten minste een eerste framedeel,

bevattende synchronisatie-informatie en informatie die in relatie

25 staat tot het aantal informatiepakketten in het frame. Het doel van het indelen van de frames in B informatiepakketten is dat de gemiddelde framerate van het door de zender uitgezonden tweede digitale signaal voor een breedbandig digitaal signaal met iedere willekeurige bemonsteringsfrequentie  $F_s$ , nu zodanig is, dat de tijdsduur van een

30 frame in het tweede digitale signaal overeenkomt met de tijdsduur die  $n_s$  bemonsteringen van het breedbandige signaal innemen. Bovendien wordt het hierdoor mogelijk de synchronisatie op informatiepakketbasis te handhaven, hetgeen eenvoudiger en betrouwbaarder is dan het handhaven van de synchronisatie op bitbasis. De zender is dus in staat, in die

35 gevallen waarin P geen geheel getal is, op die tijdstippen waarop dat mogelijk en ook noodzakelijk is een frame te voorzien van P' + 1 in plaats van P' informatieblokken, zodat de gemiddelde framerate van het

tweede digitale signaal gelijk aan  $F_S/n_S$  gehouden kan worden. Doordat ook in dit geval de in het eerste framedeel van opvolgende frames opgenomen synchronisatie informatie (synchronisatiesignalen of synchronisatie woorden) op een geheel aantal malen de lengte van een

5 informatiepakket van elkaar liggen, blijft dus het handhaven van de synchronisatie op informatiepakketbasis mogelijk. Het eerste framedeel bevat eveneens informatie die in relatie staat tot het aantal informatiepakketten in een frame. In een frame met B informatiepakketten, kan die informatie gelijk zijn met de waarde B. Dat

10 betekent dat deze informatie voor frames met  $P'$  informatiepakketten overeenstemt met  $P'$  en voor frames met  $P'+1$  informatiepakketten overeenstemt met  $P'+1$ . Een andere mogelijkheid is dat voor alle frames deze informatie overeenkomt met  $P'$ , ongeacht of een frame  $P'$  of  $P'+1$  informatiepakketten bevat. Het extra toegevoegde  $(P'+1)$ -de

15 informatiepakket kan uit bijvoorbeeld enkel 'nullen' zijn opgebouwd. In dat geval bevat dit informatiepakket dus geen bruikbare informatie. Indien noodzakelijk kan men, het additionele informatiepakket natuurlijk ook met zinvolle informatie vullen. Het eerste framedeel kan verder systeem informatie bevatten. Te denken valt daarbij onder andere aan de

20 bemonsteringsfrequentie  $F_S$  van het breedbandige digitale signaal aangeboden aan de zender, kopieerprotektiekodes, het soort signaal dat als breedbandig digitaal signaal aan de zender wordt aangeboden, zoals een stereo audio signaal of een mono audio signaal, of is het digitale signaal opgebouwd uit twee min of meer onafhankelijke audiosignalen.

25 Doch ook andere systeem informatie is mogelijk, zoals later uit de beschrijving zal blijken. Door het meesturen van de systeem informatie heeft men de mogelijkheid om ook de ontvanger flexibel te laten zijn en op de juiste wijze het ontvangen tweede digitale signaal weer om te zetten naar het breedbandige digitale signaal. Het tweede en derde

30 framedeel van een frame bevat signaalinformatie. De zender kan zijn voorzien van transmissiesysteem volgens konklusie of, waarbij de zender is voorzien van een koder bevattende signaalsplitsingsmiddelen voor het in responsie op het breedbandige-digitale signaal opwekken van een tweede digitale signaal in de vorm van een aantal van M deelsignalen,

35 waarbij M groter is dan 1, en bevattende middelen voor het kwantiseren van de respektieve deelsignalen. Men kan daarbij aan een willekeurige transformcoding denken, zoals een fast fourier transformatie (FFT). Het

transmissiesysteem is in dat geval gekenmerkt, door dat het tweede framedeel van een frame allocatie-informatie bevat aangevende voor ten minste een aantal van de deelsignalen het aantal bits waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die deelsignalen verkregen, gekwantiseerde deelsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde deelsignalen (indien aanwezig). Aan de ontvangstzijde dient dan een inverse transformcoding, dus bijvoorbeeld een inverse fourier transformatie (IFFT) te worden uitgevoerd voor het terugwinnen van het breedbandige digitale signaal. Het transmissiesysteem, waarbij de signaalsplitsingsmiddelen zijn in de vorm van analysefiltermiddelen voor het in responsie op het breedbandige digitale signaal opwekken van een aantal van M sub-band signalen, welke analysefiltermiddelen de signaalband van het breedbandige digitale signaal met bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende sub-banden met bandnummers m die toenemen met de frequentie, en de kwantiseringsmiddelen zijn ingericht voor het bloksgewijs kwantiseren van de respektieve sub-band signalen, is een systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van subbandcodering zoals hiervoor reeds besproken. Een dergelijk transmissiesysteem is verder gekenmerkt door dat de allocatie-informatie in het tweede framedeel van een frame voor tenminste een aantal van de subbandsignalen het aantal bits aangeeft waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die subbandsignalen verkregen, gekwantiseerde subbandsignalen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde subbandsignalen (indien aanwezig). Dit betekent dus in feite dat de allocatie-informatie vóór de bemonsteringen in een frame is opgeslagen. Deze allocatie-informatie is nodig om de continue seriële bitstroom van de bemonsteringen in het derde framedeel aan de ontvanstzijde weer te kunnen onderverdelen in de verschillende losse bemonsteringen met het juiste aantal bits. De allocatie-informatie kan inhouden dat alle bemonsteringen met een vast aantal bits per subband per frame is weergegeven. In dit geval spreken we van een zender die is gebaseerd op een vaste bit allocatie (fixed of static bit allocation). De allocatie-informatie kan ook inhouden dat voor eensubband in de tijd een variabel aantal bits wordt gebruikt voor de bemonsteringen in die subbanden. In dat geval spreekt men van een zender die is gebaseerd op

8901402.

het systeem van een adaptieve bit allocatie (adaptive or dynamic bit allocation). De vaste en adaptieve bit allocatie is onder andere beschreven in de publikatie "Low bit-rate coding of high quality audio signals. An introduction to the MASCAM system" van G. Theile et al, uit  
5 EBU Technical review, No. 230 (Augustus 1988). Het plaatsen van de allocatie-informatie vóór de bemonsteringen in een frame heeft het voordeel dat aan de ontvangstzijde een eenvoudiger decodering mogelijk wordt die in real time kan worden uitgevoerd en aanleiding geeft tot slechts een kleine signaalvertraging ten gevolge van de decodering. Deze  
10 volgorde maakt namelijk het eerst opslaan van alle informatie in het derde framedeel in een geheugen in de ontvanger overbodig. Bij binnenkomst van het tweede digitale signaal wordt de allocatie-informatie opgeslagen in een geheugen in de ontvanger. De informatie-inhoud van de allocatie-informatie is veel kleiner dan de informatie-  
15 inhoud van de bemonsteringen in het derde framedeel, zodat volstaan kan worden met een veel kleiner geheugen dan indien alle bemonsteringen in de ontvanger zouden moeten worden opgeslagen. Direkt bij binnenkomst van de seriële datastroom van de bemonsteringen in het derde framedeel kan deze datastroom worden onderverdeeld in de verschillende  
20 bemonsteringen met het door de allocatie-informatie vastgelegde aantal bits, zodat geen opslag van de signaal-informatie vooraf nodig is. In een frame kan allocatie-informatie voor alle subbanden worden opgenomen. Noodzakelijk is dit niet, zoals later zal blijken.

Het transmissiesysteem kan verder zijn gekenmerkt, door  
25 dat het derde framedeel additioneel schaalfactoren bevat, een schaalfactor behorend bij ten minste één van de gekwantiseerde subband signalen opgeslagen in het derde framedeel, en dat de schaalfactoren vóór de gekwantiseerde subbandsignalen in het derde framedeel zijn opgeslagen. De bemonsteringen kunnen zonder te zijn  
30 genormeerd, dat wil zeggen zonder dat de amplitudes van een blok van bemonsteringen in een subband zijn gedeeld door de amplitude van de bemonstering met de grootste amplitude in dit blok, worden gekodeerd in de zender. In dat geval zijn er geen schaalfactoren nodig. Worden de bemonsteringen tijdens koderen wel genormeerd, dan dienen schaalfactoren  
35 te worden meegezonden, die een maat zijn voor de genoemde grootste amplitude. Door ook in dit geval de schaalfactoren vóór de bemonsteringen in het derde framedeel op te slaan wordt bij ontvangst de

5 mogelijkheid geschapen deze schaalfactoren eerst in een geheugen op te slaan en direkt bij binnenkomst de bemonsteringen direkt, dus zonder tijdvertraging, met de omgekeerde waarde van deze schaalfactoren te vermenigvuldigen. Het spreekt natuurlijk voor zich dat een schaalfaktor  
10 zoals die in het derde framedeel is opgeslagen ook reeds de omgekeerde waarde van de amplitude van de grootste bemonstering in een blok kan zijn, zodat in de ontvanger het bepalen van de omgekeerde waarde achterwege kan blijven en dus een snellere decodering mogelijk is. Verder spreekt het natuurlijk voor zich dat indien na kwantisatie in de  
15 zender het subbandsignaal in een subband gelijk aan nul is, hetgeen natuurlijk uit de allocatie-informatie voor de subband zal blijken, er geen schaalfaktor voor die subband behoeft te worden overgezonden. Het transmissiesysteem waarbij de ontvanger is voorzien van een dekodeur bevattende synthesefiltermiddelen voor het in responsie op de  
20 respektieve gekwantiseerde subbandsignalen konstrueren van een replica van het breedbandige digitale signaal, welke synthesefiltermiddelen de subbanden met bemonsterfrequentieverhoging samenvoegen tot de signaalband van het breedbandige digitale signaal, kan zijn gekenmerkt, door dat de bemonsteringen van de subbandssignalen (indien aanwezig) in  
25 een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarmee deze bemonsteringen na ontvangst in de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden aangeboden. Door de bemonsteringen in dezelfde volgorde in het derde framedeel op te slaan als waarmee zijn in de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden toegevoegd wordt  
30 eveneens een snelle decodering gerealiseerd, waarbij opnieuw geen extra opslag in de ontvanger van de bemonsteringen benodigd is, voordat ze verder kunnen worden verwerkt. De hoeveelheid benodigde geheugen in de ontvanger kan dus beperkt blijven tot in hoofdzaak geheugens voor de opslag van de systeeminformatie, de allocatie-informatie en eventueel de  
35 schaalfactoren. Bovendien ontstaat er een beperkte signaalvertraging die in hoofdzaak alleen het gevolg is van de signaalbewerking op de bemonsteringen. De allocatie-informatie voor de verschillende gekwantiseerde subbandsignalen wordt bij voorkeur in dezelfde volgorde in het tweede framedeel opgeslagen als de volgorde waarin de  
bemonsteringen van deze subbandsignalen in het derde framedeel zijn opgeslagen. Hetzelfde geldt voor de volgorde van de schaalfactoren. Indien gewenst zou men de frames ook in vieren kunnen delen, waarbij de



eerste, tweede en derde framedelen zijn zoals ze hiervoor zijn uitgelegd. Het laatste (vierde) framedeel in de frames zou dan fouten detektie - en/of foutenkorrektie-informatie kunnen bevatten. Na ontvangst van deze informatie in de ontvanger, heeft men de mogelijkheid om voor fouten die tijdens de transmissie zijn ontstaan in het tweede digitale signaal te corrigeren. Zoals al eerder vermeld, kan het breedbandige digitale signaal een monosignaal zijn. Het breedbandige digitale signaal kan ook een stereo audiosignaal zijn dat is opgebouwd uit een eerste (linker) en een tweede (rechter) signaaldeel. In geval het transmissiesysteem is gebaseerd op een subband kodeersysteem, dan levert de zender subband signalen die elk zijn opgebouwd uit een eerste en een tweede subband signaaldeel, die na kwantisatie in de kwantiseringsmiddelen zijn omgezet tot eerste en tweede gekwantiseerde subbandsignaaldelen. Ook in dit geval dient allocatie-informatie en informatie over de schalfactoren (indien de bemonsteringen in de zender zijn geschaald) in de frames te worden opgenomen. Ook hier is de volgorde weer van belang. Een dergelijk transmissiesysteem is daarom onderwerp van de konklusies 10 tot en met 14. Het spreekt natuurlijk voor zich dat het systeem uitbreidbaar is naar een breedbandig digitaal signaal dat is opgebouwd uit meer dan twee signaaldelen.

De maatregelen volgens de uitvinding kunnen worden toegepast in digitale transmissiesystemen, waarbij gedacht kan worden aan transmissie van digitale audiosignalen (digitale audio broadcast) via de ether. Doch ook andere toepassingen zijn mogelijk. Te denken valt daarbij aan een transmissie via optische of magnetische media. Bij optische media kan worden gedacht aan transmissie via glasfibers of door middel van optische platen of banden. Bij magnetische media kan gedacht worden aan een magnetische plaat of magneetband. In één of meer sporen van een registratiedrager, zoals een optische of magnetische plaat of een magneetband, is dan het tweede digitale signaal opgeslagen in het formaat zoals volgens de uitvinding voorgesteld.

De universaliteit en flexibiliteit van het transmissiesysteem is dus gebaseerd op het speciale formaat waarmee de informatie in de vorm van het tweede digitale signaal wordt overgezonden, bijvoorbeeld via een registratiedrager. Dit gekombineerd met de speciale uitvoering van de zender die dit speciale formaat kan genereren voor verschillende soorten van ingangssignalen. De zender genereert de bij elk soort signaal

89 01 402 .1

benodigde systeeminformatie en voegt die in de te verzenden datastroom in. Aan de ontvangstzijde levert dat met een specifieke ontvanger, die juist die systeeminformatie uit de datastroom afsplitst en gebruikt voor een korrekte dekodering.

- 5 De uitvinding zal aan de hand van een aantal uitvoerings-  
voorbeelden in de hierna volgende figuurbeschrijving nader worden uit-  
eengezet. Hierin toont

figuur 1 het door de zender gegenereerde tweede digitale  
signaal, dat is opgebouwd uit frames, elk frame weer zijnde opgebouwd  
10 uit informatiepakketten

figuur 2 de opbouw van een frame,

figuur 3 de opbouw van het eerste framedeel van een  
frame,

- figuur 4 een voorbeeld van het transmissiesysteem,  
15 figuur 5 een tabel aangevende het aantal informatiepak-  
ketten B in een frame, voor bepaalde waarden voor de bitrate BR en de  
bemonsterfrequentie  $F_s$ ,

figuur 6 voor een aantal waarden voor de bitrate BR, het  
aantal frames in een "padding" sequentie en het aantal frames daarvan  
20 dat een additioneel informatiepakket (dummy slot) bevat,

figuur 7 de systeeminformatie opgenomen in het eerste  
framedeel van een frame,

figuur 8 de verdeling van de digitale informatie over de  
verschillende (twee) kanalen voor een aantal modi,

- 25 figuur 9 de betekenis van de allocatie-informatie zoals  
die is opgenomen in het tweede framedeel,

figuur 10 en 11 de volgorde van opslag van de allocatie-  
informatie in het tweede framedeel, voor twee formaten, formaat A resp  
30 formaat B,

- figuur 12 een voorbeeld van een ontvanger,

figuur 13 de zender, in de vorm van een inrichting voor  
het optekenen van het tweede digitale signaal op een magnetische  
registratiedrager,

- figuur 14 de ontvanger in de vorm van een inrichting voor  
35 het weergeven van het tweede digitale signaal van een magnetische  
registratiedrager,

figuur 15 in figuur 15a tot en met 15d enige andere

8901402.

opslagmogelijkheden van de schaalfactoren en de bemonsteringen in het derde framedeel van een frame, en

figuur 16 een verdere uitwerking van de zender.

Figuur 1 toont schematisch het tweede digitale signaal

- 5 zoals het door de zender wordt gegenereerd en via het transmissiemedium wordt verzonden. Het tweede digitale signaal is in de vorm van een seriële digitale datastroom. Het tweede digitale signaal is opgebouwd uit frames waarvan er twee, te weten frame  $j$  en frame  $j+1$  in figuur 1a zijn aangegeven. De frames, zoals frame  $j$ , bevatten een aantal
- 10 informatiepakketten  $IP_1, IP_2, IP_3, \dots$ , zie figuur 1b. Elk informatiepakket, zoals  $IP_3$ , bevat  $N$  bits  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{N-1}$ , zie figuur 1c. Het aantal informatiepakketten in een frame hangt af van
- (a) de bit rate  $BR$  waarmee het tweede digitale signaal via het transmissiemedium wordt verzonden,
  - 15 (b) het aantal bits  $N$  in een informatiepakket, waarbij  $N$  groter is dan 1,
  - (c)  $F_s$ , de bemonsterfrequentie van het breedbandige digitale signaal, en
  - (d) het aantal samples  $n_s$  van het breedbandige digitale signaal,
  - 20 waarvan de daarmee overeenkomstige, na omzetting in de zender, tot het tweede digitale signaal behorende informatie zich bevindt in één frame, en wel als volgt.

Berekend wordt de grootte  $P$  volgens de volgende formule.

$$25 \quad P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

- Levert deze berekening een hele waarde voor  $P$  op, dan is het aantal informatiepakketten  $B$  in een frame gelijk aan  $P$ . Levert de berekening geen geheel getal op, dan bevatten een aantal frames  $P'$
- 30 informatiepakketten en de resterende frames  $P'+1$  informatiepakketten.  $P'$  is het eerste op  $P$  volgende lagere gehele getal. Het aantal frames met  $P'$  respectievelijk  $P'+1$  informatiepakketten wordt natuurlijk zodanig gekozen dat de gemiddelde frame rate gelijk aan  $F_s/n_s$  is. In het
- vervolg zal aangenomen worden dat  $N=32$  en  $n_s = 384$ . De tabel in figuur
- 35 5 geeft nu voor deze waarden voor  $N$  en  $n_s$  en voor een viertal waarden voor de bitrate  $BR$  en een drietal waarden voor de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  het aantal informatiepakketten (slots) aan

dat zich in één frame bevindt. Duidelijk is dat voor een bemonsteringsfrequentie  $F_s$  gelijk aan 44,1 kHz de grootheid  $P$  in alle gevallen geen geheel getal is, en dat dus een aantal frames 34 informatiepakketten bevatten en de rest 35 informatiepakketten (voor BR 5 gelijk aan 128 kbit/s). Dit is ook in figuur 2 aangegeven. Figuur 2 toont één frame. Het frame is opgebouwd uit  $P'$  informatiepakketten  $IP_1, IP_2, \dots, IP_{P'}$ . Soms bevat een frame  $P'+1$  informatiepakketten. Dit wordt gerealiseerd door aan de frames van  $P'$  informatiepakketten één extra informatiepakket (dummy slot) toe te voegen. De tabel in figuur 6 10 geeft voor de bemonsteringsfrequentie van 44,1 kHz voor de eerder genoemde vier bitrates in de tweede kolom het aantal frames aan dat zich bevindt in de "padding" sequentie. Van dit aantal geeft kolom 3 aan het aantal frames in de sequentie dat  $P'+1$  informatiepakketten bevat. Door het van elkaar aftrekken van de getallen in de tweede en de derde kolom 15 verkrijgt men dan het aantal frames in de sequentie dat  $P'$  informatiepakketten bevat. Het  $(P'+1)$  - de informatiepakket behoeft geen informatie te bevatten. Het  $(P'+1)$  - de informatiepakket kan bijvoorbeeld allemaal nullen bevatten. Het spreekt voor zich dat de bitrate BR niet noodzakelijkerwijs beperkt is tot de vier waardes zoals 20 in de tabellen van figuur 5 en 6 zijn weergegeven. Ook andere (bijvoorbeeld tussenliggende) waardes zijn mogelijk. Figuur 2 toont dat een frame is opgebouwd uit drie framedelen  $FD_1, FD_2$  en  $FD_3$ , in deze volgorde. Het eerste framedeel  $FD_1$  bevat synchronisatie-informatie en systeem-informatie. Het tweede framedeel  $FD_2$  bevat 25 allocatie-informatie. Het derde framedeel  $FD_3$  bevat bemonsteringen en eventueel ook schaaalfactoren van het tweede digitale signaal. Voor de verdere uitleg is het nodig dat eerst wordt stilgestaan bij de werking van de zender in het transmissiesysteem volgens de uitvinding.

Figuur 4 toont schematisch het transmissiesysteem met een 30 zender 1, die is voorzien van een ingangsklem 2 voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal  $S_{BB}$ , dat bijvoorbeeld een digitaal audiosignaal kan zijn. In het geval van een audiosignaal kan men denken aan een monosignaal, of een stereosignaal, waarbij het digitale signaal is opgebouwd uit een eerste (linker) en een tweede (rechter) 35 signaaldeel. Aangenomen zal worden dat de zender is voorzien van een coder voor subband codering van het breedbandige digitale signaal, en de ontvanger dus is voorzien van een subband decoder voor het terugwinnen

van het breedbandige digitale signaal. De zender is voorzien van analyse filtermiddelen 3 voor het in responsie op het digitale breedbandige signaal  $S_{BB}$  opwekken van een aantal van  $M$  sub-band signalen  $S_{SB1}$  tot en met  $S_{SBM}$ , welke analyse filtermiddelen de signaalband van het  
5 breedbandige signaal  $S_{BB}$  met bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende subbanden met bandnummers  $m$  ( $1 \leq m \leq M$ ), die toenemen met de frequentie. Deze subbanden kunnen alle een gelijke bandbreedte bezitten, doch het is ook mogelijk de subbanden een onderling verschillende bandbreedte te doen hebben. De subbanden kunnen in dat  
10 geval bijvoorbeeld overeen komen met de bandbreedten van de kritieke banden van het menselijke oor. De zender is verder voorzien van middelen voor het bloksgewijs kwantiseren van de respektieve subband signalen. Deze kwantiseringsmiddelen zijn opgenomen in het blok met referentienummer 9 in figuur 4.

15 Een dergelijke subband coder is op zich bekend en is onder andere beschreven in de eerder genoemde publikaties van: Krasner en van Theile et al. Zie eventueel ook de gepubliceerde Europese Octrooiaanvraag 289.080 (PHN 12.108).

Voor een verdere toelichting op de werking van de  
20 subbandcoder zij naar deze publikaties verwezen. Zij worden daarom geacht in deze aanvraag mee te zijn opgenomen. Met een dergelijke subbandcoder kan een significante data reductie worden bereikt, waarbij gedacht kan worden aan een reductie van 16 bits per bemonstering voor het breedband digitale signaal  $S_{BB}$  naar bijvoorbeeld 4 bits per  
25 bemonstering in het signaal dat via het transmissie medium 4, zie figuur 4, wordt overgezonden naar de ontvanger 5. Eerder is gesteld dat  $n_s$  gelijk was genomen aan 384. Het betreft hier dus blokken van 384 bemonsteringen van het breedbandige digitale signaal, waarbij elke bemonstering 16 bits lang is. Verder wordt nu aangenomen dat  $M=32$ . Het  
30 breedbandige digitale signaal wordt dus in de analyse filtermiddelen 3 opgesplitst in 32 subband signalen. Aan de 32 uitgangen van de analyse filtermiddelen worden nu 32 (blokken van) subband signalen afgegeven, elk blok bestaande uit 12 bemonsteringen (de subbanden zijn even breed), elke bemonstering zijnde 16 bits lang. Aan de uitgangen van de  
35 filtermiddelen 3 is de informatie-inhoud dus nog net zo groot als de informatie-inhoud van het blok van 384 bemonstering van het signaal  $S_{BB}$  aan de ingang 2. De middelen 9 realiseren nu de datareductie

doordat, gebruik makend van de kennis over maskering, de bemonsteringen in de 32 blokken van 12 bemonsteringen, elk blok voor een subband, ruwer gekwantiseerd, en dus met minder bits weergegeven kunnen worden. Bij een statische bitallocatie zijn alle bemonsteringen per subband per frame in een vast aantal bits uitgedrukt. In elke subband verschillend, doch ook eventueel gelijk, bijvoorbeeld in 4 bits uitgedrukt. Bij een dynamische bitallocatie kan men het aantal bits voor elke subband in de tijdgezien verschillend kiezen, zodat soms een nog grotere datareductie of een hogere kwaliteit bij gelijke bitrate kan worden bereikt.

De door het blok 9 gekwantiseerde subbandsignalen worden aan een generator eenheid 6 toegevoegd. Deze eenheid 6 genereert uitgaande van de gekwantiseerde subbandsignalen het tweede digitale signaal, zoals aangegeven in figuur 1 en 2. De opbouw en inhoud van de frames kan nu verder worden uitgelegd. Het eerste framedeel FD1 in figuur 2 is verder uitgewerkt weergegeven in figuur 3. Duidelijk is uit figuur 3 dat het eerste framedeel hier precies 32 bits bevat en dus precies gelijk is aan één, informatiepakket, en wel het eerste informatiepakket IP1 van het frame. De eerste 16 bits van het informatiepakket vormen het synchronisatie signaal (of synchronisatiewoord). Het synchronisatiesignaal kan bijvoorbeeld uit allemaal 'enen' bestaan. De bits 16 tot en met 31 geven de systeem informatie. De bits 16 tot en met 23 geven het aantal informatiepakketten in een frame aan. Dit getal komt dus overeen met  $P'$ , zowel voor frames met  $P'$  informatiepakketten als voor de frames met het extra informatiepakket IP  $P'+1$ .  $P'$  kan maximaal 254 (1111 1110 in bit notatie) zijn, om gelijkens met het synchronisatie signaal te voorkomen. De bits 24 tot en met 31 geven frameformaat informatie. Een voorbeeld van de indeling en betekenis van deze informatie is in figuur 7 weergegeven. Bit 24 geeft het type frame aan. In het geval van formaat A heeft het tweede framedeel een andere lengte (een ander aantal informatiepakketten) dan in het geval van formaat B. Zoals hierna zal blijken is het tweede framedeel FD2 in het A formaat opgebouwd uit 8 informatiepakketten, te weten de informatie pakketten IP2 tot en met IP9 en in het B formaat opgebouwd uit 4 informatiepakketten, te weten de informatiepakketten IP2 tot en met IP5. De bits 25 en 26 geven aan of er sprake is van informatie waarop al dan niet een verbod van kopiëren rust. De bits 27 tot en met 31 geven de funktiemode aan. Dit houdt in:

8901402.

- a) de kanaalmode, die aangeeft om wat voor soort signaal het bij het breedbandige signaal gaat (zoals al eerder gezegd, kan het daarbij gaan om een stereo audiosignaal, een mono audiosignaal of een audiosignaal dat is opgebouwd uit twee verschillende signaaldelen bij voorbeeld dezelfde tekst doch uitgesproken in twee verschillende talen). Figuur 8 geeft de kanaalmode aan. Dat wil zeggen, geeft aan hoe de signaaldelen in de voorgenoemde gevallen over de twee kanalen (channel I en channel II) zijn verdeeld.
- b) de bemonsteringsfrequentie  $F_s$  van het breedbandig signaal.
- 10 c) de in de zender eventueel toegepaste emphasis op het breedbandig digitale signaal. De 50 en 15  $\mu s$  geven de tijdkonstanten aan van de emphasis en CCITT J.17 geeft een bepaalde standaard aan van de emphasis, zoals die is vastgelegd door de CCITT (Comité Consultative Internationale de Télégraphie et Téléphonie).
- 15 De inhoud van het framedeel FD2 in figuur 2 zal verder worden besproken aan de hand van de figuren 9, 10 en 11. In het A formaat bevat het tweede framedeel acht informatiepakketten. Dit komt omdat is uitgegaan van een omzetting van het breedbandige digitale signaal  $S_{BB}$  naar 32 subbandsignalen (voor elk signaaldeel van het digitale signaal  $S_{BB}$ ).
- 20 Aan iedere subband wordt een allocatiewoord van vier bits lang toegekend. In totaal zijn dit 64 allocatiewoorden van 4 bits lang die precies in acht informatiepakketten kunnen worden opgeslagen. In het B formaat wordt allocatie-informatie voor slechts de helft van het aantal subbanden in het tweede framedeel opgeslagen, zodat in dat
- 25 geval het tweede framedeel slechts 4 informatiepakketten groot is. In figuur 9 is de betekenis van de vier bits allocatiewoorden AW aangegeven. Een allocatiewoord dat behoort bij een zekere subband, geeft aan het aantal bits waarmee de bemonsteringen van het subbandsignaal in de betreffende subband, na kwantisatie in de eenheid 9, worden
- 30 gerepresenteerd. Een voorbeeld: het allocatiewoord AW gelijk aan 0100 geeft aan dat de bemonsteringen met 5 bits woorden worden weergegeven. Verder is duidelijk uit figuur 9 dat het allocatiewoord 0000 aangeeft dat er geen bemonsteringen in de betreffende subband zijn gegenereerd. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren indien het subbandsignaal in een naburige
- 35 subband een zodanig grote amplitude bezit dat dit signaal het subbandsignaal in de betreffende subband volledig maskeert. Verder wordt het allocatiewoord 1111 niet gebruikt in verband met de grote gelijkenis met

het sync woord in het eerste informatiepakket IP1. De volgorde waarmee de allocatiemoorden AW j,m behorende bij de twee kanalen j, waarbij j=I of II, en de 32 subbanden met rangnummer m, waarbij m loopt van 1 tot en met 32, in het tweede framedeel worden opgeslagen, is in figuur 10 aangegeven, voor het geval het de framemode A betreft. Het allocatiemoord AWI,1 behorend bij het eerste subbandsignaaldeel van de eerste en laagste subband (kanaal I, subband 1) wordt het eerst opgeslagen. Daarna wordt het allocatiemoord AW II,1 behorende bij het tweede subbandsignaaldeel van de eerste en laagste subband (kanaal II, subband 1) in het tweede framedeel FD2 opgeslagen. Vervolgens het allocatiemoord AW I,2 behorend bij het eerste subbandsignaaldeel van de tweede en op één na laagste subband (kanaal I, subband 2) in het framedeel FD2 opgeslagen. Daarna volgt het allocatiemoord AW II,2, behorende bij het tweede subbandsignaaldeel van de tweede subband (kanaal II, subband 2). Dit gaat zo door, totdat het allocatiemoord AW II,4, behorend bij het tweede subbandsignaaldeel van de vierde subband (kanaal II, subband 4) in het tweede framedeel FD2 is opgeslagen. Hiermee is precies het tweede informatiepakket IP2 (slot 2) van het frame, dat is het eerste informatiepakket in het framedeel FD2 van het frame, gevuld. Vervolgens wordt het informatiepakket IP3 (slot 3) gevuld met AW I,5; AW II,5; .... AW II.8. Dit gaat door in de volgorde zoals in figuur 10 is weergegeven. Figuur 10 geeft enkel de indices j-m van de opgeslagen allocatiemoorden AW j,m aan. Figuur 11 geeft de volgorde voor de allocatiemoorden aan in het geval het een B formaat frame betreft. In dit geval worden enkel allocatiemoorden van de subbanden 1 tot en met 16 opgeslagen. De volgorde, zoals in figuur 10 is aangegeven, komt overeen met de volgorde waarin de afzonderlijke bemonsteringen behorend bij een kanaal j en een subband m, na ontvangst in de ontvanger, aan de synthese-filtermiddelen worden toegevoegd. Dit zal later nog nader worden uiteengezet. In seriële datastroom bevinden zich bijvoorbeeld allemaal frames volgens het A-formaat. In dat geval wordt de allocatieminformatie in elk frame gebruikt in de ontvanger om uit de informatie die in het derde framedeel van dat frame is opgeslagen de bemonsteringen op de juiste wijze af te leiden. In de seriële datastroom kunnen zich ook, min of meer afwisselend, zowel frames volgens het A-formaat als frames volgens het B-formaat bevinden. De frames volgens beide formaten kunnen echter in het derde framedeel bemonsteringen voor alle kanalen en



alle subbanden bevatten. Een frame volgens het B-formaat mist dan in feite de allocatie-informatie die nodig is om de bemonsteringen voor de kanalen I en II van de subbanden 17 tot en met 32 uit het derde framedeel van een B-formaat frame af te leiden. De ontvanger bevat een geheugen waarin de allocatie-informatie dat zich bevindt in het tweede framedeel van een A-formaat frame kan worden opgeslagen. Is het daarop volgende frame een B-formaat frame dan wordt in het geheugen alleen de allocatie-informatie voor de subbanden 1 tot en met 16 en de kanalen I en II vervangen door de allocatie-informatie opgeslagen in het tweede framedeel van het B-formaat frame, en voor het afleiden van de bemonsteringen voor de subbanden 17 tot en met 32 uit het derde framedeel van het B-formaat frame wordt gebruik gemaakt van de allocatie-informatie voor deze subbanden die uit het voorgaande A-formaat frame zijn verkregen die nog in het geheugen aanwezig zijn. De reden waarom men A-formaat frames laat afwisselen door B-formaat frames is, dat de allocatie-informatie voor sommige subbanden, in het huidige geval de allocatie-informatie voor de hoger gelegen subbanden 17 tot en met 32, niet zo snel wijzigt. Daar de zender tijdens het kwantiseren weet hoe de allocatie-informatie voor de diverse subbanden is, kan deze zender dus, indien de allocatie-informatie voor de subbanden 17 tot en met 32 (praktisch) niet wijzigt, besluiten een B-formaat frame te genereren in plaats van een A-formaat frame. Bovendien geeft dit als voorbeeld dat er nu extra opslagruimte komt voor het opslaan van de bemonsteringen in het derde framedeel FD3. Bij een zekere waarde voor  $P'$  is het derde framedeel van een B-formaat frame namelijk vier informatiepakketten langer dan het derde framedeel van een A-formaat frame. Dit geeft dus de mogelijkheid om het aantal bits waarmee de bemonsteringen in de lagere subbanden 1 tot en met 16 worden gepresenteerd, groter te nemen, zodat voor deze subbanden een grotere nauwkeurigheid in de overdracht kan worden gerealiseerd. Ook kan de zender, indien het noodzakelijk is de lagere subbanden nauwkeuriger te kwantiseren, automatisch kiezen voor het genereren van B-formaat frames. In dat geval kan dat mogelijk te koste gaan van de nauwkeurigheid waarmee de hogere subbanden worden gekwantiseerd.

Het derde framedeel FD3 in figuur 2 bevat de bemonsteringen van de gekwantiseerde subbandsignaaldelen voor de twee kanalen. Indien voor geen van de subbanden en kanalen het allocatiewoord

0000 in het framedeel FD2 aanwezig is, betekent dat in het voorbeeld dat er voor elk der 32 subbanden en 2 kanalen twaalf bemonsteringen in het derde framedeel FD3 zijn opgenomen. In totaal dus 768 bemonsteringen. De bemonsteringen kunnen in de zender, voor hun kwantisering, zijn

5 vermenigvuldigd met een schaalfactor. Voor elk der subbanden en kanalen worden de twaalf bemonsteringen qua amplitude gedeeld door de amplitude van de bemonstering van de twaalf bemonsteringen, met de grootste amplitude. Voor elke subband en elk kanaal moet in dat geval dan een schaalfactor meegezonden worden om aan de ontvangtzijde de inverse

10 bewerking op de bemonsteringen te kunnen uitvoeren. Daartoe bevat het derde framedeel dan schaalfactoren  $SF_{j,m}$  één voor elk van de gekwantiseerde subbandsignaaldelen in de verschillende subbanden. Schaalfactoren worden met 6 bits getallen weergegeven, het meest significante bit eerst, waarbij de waardes lopen van 000000 tot 111110.

15 De schaalfactoren van de subbanden waaraan bits zijn toegekend, dat wil zeggen waarvan de allocatie-informatie ongelijk nul is, worden verzonden, voordat de transmissie van de bemonsteringen begint. Dat betekent dat de schaalfactoren zich vooraan in het derde framedeel FD3 bevinden, vóór de bemonsteringen. Dit geeft de mogelijkheid van een

20 snelle decodering in de ontvanger 5, zonder de noodzaak van de opslag van alle bemonsteringen in de ontvanger, zoals later zal blijken. Een schaalfactor  $SF_{j,m}$  kan dus aangegeven de waarde waarmee de bemonsteringen van het signaal in het  $j$ -de kanaal van de  $m$ -de subband, zijn vermenigvuldigd. Een andere mogelijkheid is om juist één

25 gedeeld door deze waarde als schaalfactor op te slaan, zodat aan de ontvangstzijde niet eerst een deling op de schaal-factoren behoeft te worden uitgevoerd, voor het opschalen van de bemonsteringen naar de juiste waarde.

Het maximum aantal schaalfactoren is bij het frameformaat A 64. Indien het allocatiewoord  $AW_{j,m}$  voor een zeker kanaal  $j$

30 eeneen zekere subband  $m$  de waarde 0000 bezit, hetgeen betekent dat er geen bemonsteringen voor dit kanaal en deze subband in het framedeel FD3 zijn opgeslagen, dan bestaat er ook geen noodzaak om voor dit kanaal en deze subband een schaalfactor op te slaan. Het aantal schaalfactoren is

35 dan minder dan 64. De volgorde waarmee de schaalfactoren  $SF_{j,m}$  in het derde framedeel FD3 worden opgeslagen is dezelfde als waarmee de allocatie-woorden in het tweede framedeel zijn opgeslagen. De volgorde

8901402.

is dus als volgt:

SF I,1; SF II,1; SF I,2; SF II,2; SF I,3; SF II,3; .... SF I, 32,  
SF II,32.

Indien een schaalfactor niet behoeft te worden opgeslagen, dan is de  
5 volgorde niet compleet. Men heeft dan als voorbeeld:

.... SF I,4; SF I,5; SF II,5; SF II,6; ....

In dit geval zijn de schaalfactoren voor de vierde subband van kanaal II  
en de zesde subband van kanaal I niet opgeslagen. Is het frame een B-  
formaat frame dan zou men toch voor alle subbanden en alle kanalen  
10 schaalfactoren in het derde framedeel op kunnen nemen. Dit hoeft niet  
noodzakelijkerwijs zo te zijn. Men zou in dit geval enkel voor de  
subbanden 1 tot en met 16 schaalfactoren in het derde framedeel van het  
frame op kunnen slaan. In de ontvanger dient men dan een geheugen te  
hebben waarin alle schaalfactoren kunnen worden opgeslagen op het moment  
15 van binnenkomst van een eerder binnengekomen A formaat frame. Bij  
ontvangst van het B-formaat frame worden vervolgens enkel de  
schaalfactoren voor de subbanden 1 tot en met 16 vervangen door de in  
het B-formaat frame opgeslagen schaalfactoren. De schaalfactoren uit het  
eerder ontvangen A formaat frame voor de subbanden 17 tot en met 32  
20 worden dan gebruikt om de bemonsteringen voor deze subbanden opgeslagen  
in het derde framedeel van het B-formaat frame, weer naar de juiste  
waarde op te schalen.

De bemonsteringen worden in dezelfde volgorde in het  
derde framedeel FD3 opgeslagen, als de allocatiewoorden en de  
25 schaalfactoren, één bemonstering voor elk subband van elk kanaal na  
elkaar. Dat wil zeggen: eerst alle eerste bemonsteringen voor de  
gekwantiseerde subband signalen voor alle subbanden van beide kanalen,  
daarna alle tweede bemonsteringen, ..... enzovoort. De binaire  
representatie van de bemonsteringen kan naar wens gekozen worden,  
30 waarbij het binaire woord dat uit allemaal 'enen' is opgebouwd bij  
voorkeur weer niet gebruikt wordt.

Het door de zender 1 gegenereerde tweede digitale  
signaal wordt vervolgens via de uitgang 7 aangeboden aan een  
transmissiemedium 4, en via het transmissiemedium 4 toegevoerd aan de  
35 ontvanger 5. De transmissie via het transmissiemedium 4 kan zijn in de  
vorm van een draadloze overdracht, zoals bijvoorbeeld een  
radiozendkanaal. Echter andere transmissiemediën zijn even zeer

mogelijk. Men kan daarbij denken aan een optische transmissie, bijvoorbeeld via optische fibers of optische registratiedragers, zoals compact disc-achtige media, of een transmissie door middel van magnetische registratiedragers, waarbij gebruik gemaakt kan worden van

- 5 RDAT of SDAT achtige opname- en weergave-technieken, zie daarvoor het boek "The art of digitale audio" van J. Watkinson, Focal press, London 1988.

De ontvanger 5 bevat een decoder, die het in de coder 6 van de zender 1 gekodeerde signaal weer decodeert en omzet in een  
10 replica van het breedbandige digitale signaal dat aan de uitgang 8 wordt aangeboden.

Een verdere uitwerking van de ontvanger 5 in fig. 4 is in figuur 12 weergegeven. Het gekodeerde signaal (het tweede digitale signaal) wordt via de klem 10 aangeboden aan een eenheid 11. De  
15 essentiële informatie in het binnenkomende signaal is bevat in de schaal-factoren en de bemonsteringen. De resterende zich in het tweede digitale signaal bevindende informatie is enkel nodig voor een "goede boekhouding" zodat een korrekte decodering kan plaatsvinden. Het decoder-proces wordt herhaald voor elk frame dat binnenkomt. Uit de frames wordt  
20 door de zender eerst de synchronisatie- en systeem informatie afgeleid. In de eenheid 19 wordt telkens de syncwoorden die zich bevinden in de eerste 16 bits van het eerste framedeel van elk frame gedetekteerd. Daar de sync woorden van opvolgende frames telkens een geheel aantal van  $P'$  of  $P'+1$  informatiepakketten van elkaar liggen kunnen deze syncwoorden  
25 zeer nauwkeurig gedetekteerd worden. Is de ontvanger eenmaal in synchronisatie, dan kan de detektie van het sync woord in de eenheid 19 gerealiseerd worden door telkens om de  $P'$  informatiepakketten een tijdvenster van bijvoorbeeld één informatiepakket lang in de eenheid 19 open te zetten, zodat alleen dat deel van de binnenkomende informatie  
30 aan de sync woord detektor in de eenheid 19 wordt aangeboden. Wordt het sync woord niet gedetekteerd, dan blijft het tijdvenster nog één informatiepakket langer open staan, omdat het voorgaande frame mogelijk een frame met  $P'+1$  informatiepakketten was. Uitgaande van deze sync woorden kan een in de eenheid 19 opgenomen PLL een kloksignaal afleiden  
35 waarmee de centrale besturingseenheid 18 kan worden aangestuurd. Duidelijk is uit het voorgaande dat de ontvanger moet weten hoeveel informatiepakketten één frame bevat. Daartoe wordt de

5       systeeminformatie toegevoegd via een ingang van de besturingseenheid 18  
aan schakelmiddelen 15, die dan in de getekende stand staan. De  
systeeminformatie kan nu in een geheugen 18a van de besturingseenheid  
18 worden opgeslagen. Via de stuursignaalleiding 20 kan de informatie  
10       over het aantal informatiepakketten in een frame aan de eenheid 19  
worden toegevoerd, zodat op de juiste momenten het tijdvenster voor de  
syncwoord detectie kan worden geopend. Na de ontvangst van de systeem-  
informatie schakelt de schakelaar 15 over naar de onderste stand. De  
zich in het tweede framedeel van een frame bevindende allocatie-  
10       informatie kan nu in het geheugen 18b worden opgeslagen. Bevat de  
allocatie-informatie in het binnengekomen frame niet voor alle subbanden  
en kanalen een allocatiewoord, dan is dat reeds uit de afgeleide systeem  
informatie duidelijk geworden. Denk daarbij aan de informatie aangevende  
of het een A-formaat of een B-formaat frame was. De besturingseenheid 18  
15       zal dus onder invloed van de betreffende informatie in de  
systeeminformatie de ontvangen allocatiewoorden op de juiste positie in  
het allocatiegeheugen 18b opslaan. Het spreekt natuurlijk voor zich dat  
het allocatiegeheugen 18b in het voorbeeld 64 geheugenposities bezit.  
Als er geen schaalfactoren worden meegezonden, dan zijn de elementen met  
20       referentienummer 11, 12 en 17 overbodig en wordt de inhoud van het derde  
framedeel van een frame via de ingang 10, die via de verbinding 16  
rechtstreeks is gekoppeld met de ingang van de synthese filtermiddelen  
21, aan deze filtermiddelen toegevoerd. De volgorde waarin de  
bemonsteringen aan de filtermiddelen 21 worden toegevoerd is dezelfde  
25       als de volgorde waarmee de filtermiddelen 21 de bemonsteringen verwerkt  
ter verkrijging van een gerekonstrueerd breedbandig signaal. De  
allocatie-informatie opgeslagen in het geheugen 18 b is nodig om in de  
filtermiddelen 21 de seriele datastroom van de bemonsteringen op te  
delen in de afzonderlijke bemonsteringen, elke bemonstering met het  
30       juiste aantal bits. Daarom wordt de allocatie-informatie via de leiding  
22 naar de filtermiddelen 21 toegevoerd. De ontvanger bevat verder nog  
een de-emphasiseeenheid 23 die een de-emphasis uitvoert op het  
gerekonstrueerde digitale signaal afgegeven door het filter 21. Voor het  
uitvoeren van de juiste deemphasis dient de betreffende informatie in de  
35       bits 24 tot en met 31 van het eerste framedeel daarom vanuit het  
geheugen 18a via de leiding 24 aan de-emphasis eenheid 23 te worden  
toegevoerd.

Bevat het derde framedeel ook nog de schaalfactoren SF j,m, dan zijn de schakelaar 11, het geheugen 12 en de vermenigvuldiger 17 opgenomen in de ontvanger. Op het moment van de binnenkomst van het derde framedeel FD3 van een frame staat de schakelaar 11 onder invloed van een door de besturingseenheid 18 via de leiding 13 toegevoerd stuursignaal, in de onderste stand. De schaalfactoren kunnen nu aan het geheugen 12 worden toegevoerd. Onder invloed van adresseersignalen die via de leiding 14 door de besturingseenheid 18 aan het geheugen 12 worden aangeboden, worden de schaalfactoren op de juiste positie in het geheugen 12 geplaatst. Het geheugen 12 heeft 64 posities voor de opslag van de 64 schaalfactoren. Ook hier geldt dat, bij ontvangst van een B-formaatframe, de besturingseenheid 18 zodanige adresseersignalen aan het geheugen 12 toevoert dat alleen de schaalfactoren voor de subbanden 1 tot en met 16 worden overschreven door de schaalfactoren opgeslagen in het B-formaat frame. Vervolgens schakelt de schakelaar 11 om naar de getekende (bovenste) stand onder invloed van het stuursignaal dat via de leiding 13 wordt aangeboden, zodat de bemonsteringen aan de vermenigvuldiger 17 worden toegevoerd. Onder invloed van de allocatie-informatie die nu via de leiding 22 naar de vermenigvuldiger 17 wordt toegevoerd, leidt de vermenigvuldiger eerst de afzonderlijke bemonsteringen, met de juiste bitlengte, af uit de seriele datastroom die via de leiding 16 wordt toegevoerd. Vervolgens worden de bemonsteringen vermenigvuldigd zodanig dat zij weer worden opgeschaald naar de juiste waarde die de bemonsteringen hadden voor dat zij in de zender werden omlaag geschaald. Zijn de in het geheugen 12 opgeslagen schaalfactoren de schaalfactoren waarmee de bemonsteringen in de zender zijn omlaaggeschaald, dan dienen deze schaalfactoren eerst nog te worden omgekeerd (één gedeeld door de schaalfactor wordt bepaald) en daarna aan de vermenigvuldiger 17 te worden aangeboden. Men had deze schaalfactoren bij ontvangst natuurlijk eerst kunnen omkeren en daarna in het geheugen 12 op kunnen slaan. Waren de schaalfactoren die in de frames zijn opgeslagen al gelijk aan de waarde waarmee de bemonsteringen tijdens de ontvangst dienen te worden opgeschaald, dan kunnen zij direkt in het geheugen 12 worden opgeslagen en direkt aan de vermenigvuldiger 17 worden aangeboden. Duidelijk is dat er geen geheugen nodig is om, voordat de signaalbewerking op de bemonsteringen die in één frame zijn opgeslagen begint, al deze bemonsteringen eerst in op te slaan. Op

het moment van binnenkomst van een bemonstering via de leiding 16 is alle noodzakelijke informatie voor het bewerking van deze bemonstering al aanwezig, zodat deze bewerking direkt kan plaatsvinden. Dit alles vindt dus plaats onder invloed van besturingssignalen en kloksignalen 5 die door de besturingseenheid 18 aan alle onderdelen van de zender worden toegevoerd. Lang niet alle stuursignalen zijn aangegeven. Noodzakelijk is dat niet, aangezien voor de vakman duidelijk is hoe de ontvanger funktioneert. Onder invloed van de aansturing door de besturingseenheid 18 worden in de vermenigvuldiger 17 de bemonsteringen 10 en de bijbehorende vermenigvuldigingsfactoren met elkaar vermenigvuldigd. De bemonsteringen die nu weer de korrekte amplitude hebben worden toegevoerd aan het rekonstruktiefilter 18, waarin de subbandsignalen weer worden omgezet tot het breedbandige digitale signaal. Een verdere uitwerking van de ontvanger lijkt niet nodig 15 aangezien dergelijke ontvangers in het algemeen al bekend zijn, zie bijvoorbeeld de publikatie "Low bit rate coding of high-quality audio signals. An introduction to the MASCAM system" van G. Theile et al in EBU Technical review nr 230 van augustus 1988. Verder mag het dan duidelijk zijn dat, door het meesturen van de systeeminformatie de 20 ontvanger zeer flexibel kan zijn en voor tweede digitale signalen met verschillende systeeminformatie toch op de juiste wijze deze signalen kan decoderen.

Figuur 13 toont schematisch nog een ander uitvoeringsvoorbeeld van de zender, hier in de vorm van een 25 opneeminrichting, voor het optekenen van het breedbandige digitale signaal op een registratiedrager, in dit geval een magnetische registratiedrager 25. Het tweede digitale signaal wordt door de encoder 6 toegevoerd aan een schrijfinrichting 27 die is voorzien van een schrijfkop 26, via welke het signaal in een spoor op de 30 registratiedrager wordt opgetekend. Het is daarbij mogelijk het tweede digitale signaal in een enkel spoor op de registratiedrager op te tekenen, bijvoorbeeld door middel van een helical scan recorder, waarbij het enkele spoor dan in feite is opgedeeld in naast elkaar liggende, onder een hoek ten opzichte van de lengterichting van deze 35 registratiedrager, over de registratiedrager verlopende sporen. Te denken valt hierbij aan een RDAT achtige opteken methode. Een andere methode is om de informatie op te splitsen en tegelijkertijd in een

aantal naast elkaar en in de lengterichting van de registratiedrager op de registratiedrager liggende sporen op te tekenen. Te denken valt hierbij aan een SDAT achtige manier van optekenen. Een uitgebreide beschrijving van de voornoemde twee methodes is te vinden in het  
5 eerdergenoemde boek "The art of a digital audio" van J. Watkinson.

Figuur 14 toont schematisch een uitvoeringsvoorbeeld van de ontvanger 5, hier in de vorm van een uitleesinrichting voor het uitlezen uit de registratiedrager 25 van het breedbandige digitale signaal, zoals dat door middel van de inrichting van figuur 13 in de  
10 vorm van het tweede digitale signaal op de registratiedrager is opgetekend. Het tweede digitale signaal wordt door de uitleeskop 29 uit een spoor op de registratiedrager uitgelezen en toegevoerd aan de ontvanger 5, die bijvoorbeeld kan zijn opgebouwd in de vorm zoals in figuur 12 is weergegeven. De uitleesinrichting 28 kan weer zijn in de  
15 vorm van RDAT-achtige of SDAT-achtige weergeefmethode. Beide methodes zijn weer uitgebreid beschreven in het eerder genoemde boek van Watkinson.

Figuur 15 toont een aantal andere mogelijkheden om de schaaalfactoren en de bemonsteringen in het derde framedeel FD3 van een  
20 frame op te slaan. Figuur 15a geeft de eerder beschreven opslag aan waarbij de schaaalfactoren SF voor alle subbanden  $m$  en kanalen (I of II) vóór de bemonsteringen in het derde framedeel zijn opgeslagen. Figuur 15b toont dezelfde situatie als in figuur 15a, alleen is nu schematisch aangegeven de geheugen ruimte voor de schaaalfactoren SF I, $m$   
25 en SF II, $m$  en de bijbehorende  $x$  bemonsteringen voor deze beide kanalen in de subband  $m$ . In figuur 15b zijn de bemonsteringen voor de twee kanalen in de subband  $m$  samengevoegd in blokken weergegeven, terwijl ze normaal verspreid zijn opgeslagen in het derde framedeel. De bemonsteringen zijn  $y$  bits lang. In het eerder besproken voorbeeld is  $x$   
30 gelijk aan 12 en we nemen  $y$  nu gelijk aan 8. In figuur 15c is nu een andere opslag weergegeven. De beide schaaalfactoren voor het eerste en tweede kanaal in de subband zijn nog aanwezig in het derde framedeel. Alleen, in plaats van de  $x$  bemonsteringen voor de beide kanalen (links en rechts voor een stereosignaal) in de subband  $m$  (dus in totaal  $2x$   
35 bemonsteringen), bevinden zich nu in het derde framedeel slechts  $x$  bemonsteringen voor de subband  $m$ . Deze  $x$  bemonsteringen heeft men bijvoorbeeld verkregen door overeenstemmende monsters in elk der beide



kanalen bij elkaar op te tellen. Men heeft in feite een monosignaal in deze subband  $m$  verkregen. De  $x$  bemonsteringen in fig. 15c hebben elk een lengte van  $z$  bits. Indien  $z$  gelijk is aan  $y$ , dan heeft men ruimte in het derde framedeel uitgespaard, die weer gebruikt kan worden door

5 bemonsteringen die juist nauwkeuriger dienen te worden gekwantiseerd. Het is ook mogelijk de  $x$  monsters van het monosignaal in  $Z = 2y (=16)$  bits uit te drukken. Men past een dergelijke signaalbewerking toe indien het faseverschil tussen het linker en rechter signaaldeel in een subband niet belangrijk is, doch waarbij de golfvorm van het monosignaal juist

10 wel belangrijk is. Dit is vooral zo voor de signalen in hoger gelegen subbanden, omdat het oor voor de frekwenties in die subbanden minder fasegevoelig is. Door de  $x$  monsters van het monosignaal vervolgens in 16 bits uit te drukken heeft men de golfvorm nauwkeuriger gekwantiseerd, terwijl de ruimte die door deze monsters in het derde framedeel wordt

15 ingenomengelijk is aan die van het voorbeeld van fig. 15b. Nog een andere mogelijkheid is om de monsters in figuur 15 in bijvoorbeeld 12 bits weer te geven. De signaalbeschrijving is dan toch nauwkeuriger dan in het voorbeeld van figuur 15b, terwijl bovendien ruimte in het derde framedeel is uitgespaard. Bij weergave aan de ontvangstzijde van de

20 signalen opgeslagen in het derde framedeel volgens figuur 15c verkrijgt men een stereoeffect dat bekend staat onder het begrip intensiteitsstereo. Alleen de intensiteiten van de linker en rechter signalen (in de subband  $m$ ) verschillen, met de verschillende waarde voor de schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$ .

25               Figuur 15d geeft weer een andere mogelijkheid. In dit geval is er slechts één schaalfactor  $SF m$  voor de beide signaaldelen in de subband  $m$ . Dit is een geval dat zich vooral voor laagfrequentie subbanden kan voordoen. Nog een andere mogelijk, die niet verder door middel van een figuur is aangegeven is, dat de  $x$  samples voor de kanalen

30 I en II van subband  $m$ , zoals in figuur 15b, niet zijn voorzien van bijbehorende schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$ . Deze schaalfactoren zijn dus niet opgenomen in hetzelfde derde framedeel. In dat geval dienen de schaalfactoren  $SF I, m$  en  $SF II, m$  die waren opgeslagen in het derde framedeel van een voorgaand frame gebruikt te worden voor het opschalen

35 van de bemonsteringen in de ontvanger.

Al de aan de hand van figuur 15 besproken mogelijkheden kunnen in de zender worden toegepast om een zo efficiënt mogelijke datatransport via

het transmissiemedium te realiseren. Daarbij kunnen dus afwisselend frames in de datastroom optreden zoals ze zijn beschreven aan de hand van figuur 15. Duidelijk zal zijn dat, wil de ontvanger in staat zijn deze verschillende frames toch op de juiste wijze te decoderen, in de

5 systeem informatie additioneel informatie over de opbouw van deze frames dient te worden opgenomen.

Figuur 16 toont een verdere uitwerking van de zender 1. De figuur toont hoe de verschillende informaties kunnen worden samengevoegd tot de seriële datastroom zoals in figuur 1, 2 en 3

10 weergegeven. Figuur 16 toont in feite een verdere uitwerking van de encoder 6 in de zender 1. De encoder bevat een centrale besturingseenheid 30 die een aantal onderdelen in de encoder bestuurt. De encoder bevat een generator 31 opgenomen in de besturingseenheid 30, voor het genereren van de synchronisatie-informatie en de

15 systeem informatie, zoals aan de hand van figuur 3 besproken, een generator 32 voor het bepalen van de allocatie-informatie, een generator 33 (indien aanwezig) voor het bepalen van de schaalfactoren, een generator 34 voor het bepalen van de bemonsteringen voor een frame. Generator 35 is een generator die het extra informatiepakket IP P'+1 kan

20 genereren. De uitgangen van deze generatoren zijn gekoppeld met bijbehorende ingangen van schakelmiddelen 40, in de vorm van een vijf standen schakelaar, waarvan de uitgang is gekoppeld met de uitgang 7 van de encoder 6. De schakelmiddelen 40 worden eveneens bestuurd door de besturingseenheid 30. Via de leidingen 41.1 tot en met 41.4 worden de

25 diverse generatoren bestuurd. De werking van de zender zal besproken aan de hand van een monosignaal dat in M subbandsignalen is opgedeeld. Deze M subbandsignalen  $S_{SB1}$  tot en met  $S_{SBM}$  worden aan de klemmen 45.1, 45.2, ..., 45.M aangeboden. Blokken van bijvoorbeeld 12 monsters van elk van de subbandsignalen worden samengenomen. In de eenheden 46.1 tot en

30 met 46.M, indien aanwezig, worden de twaalf monsters in een blok geschaald op de amplitude van de grootste bemonstering in het blok. De M schaalfactoren worden via de leidingen 47.1 tot en met 47.M toegevoerd aan de eenheid 33 (indien aanwezig). De subband signalen worden zowel toegevoerd naar M kwantisatoren 48.1 tot en met 48.M als naar een

35 eenheid 49. De eenheid 49 bepaalt voor elke subband het aantal bits waarmee de betreffende subbandsignalen dienen te worden gekwantiseerd. Deze informatie wordt via de leidingen 50.1 tot en met 50.M naar de

respektieve kwantisatoren 48.1 tot en met 48.M toegevoerd, zodat deze de 12 monsters van elk van de subbandsignalen op de juiste wijze kwantiseren. Bovendien wordt deze (allocatie)informatie toegevoerd aan de eenheid 32. De bemonsteringen van de gekwantiseerde subbandsignalen 5 worden via de leidingen 51.1 tot en met 51.M toegevoerd aan de eenheid 34. De eenheden 32, 33 en 34 zetten de allocatie-informatie, de schaalfactoren en de bemonsteringen in de juiste volgorde en wel de volgorde zoals hiervoor uiteengezet. Bovendien heeft de besturingseenheid 30 de synchronisatie-informatie en de systeem 10 informatie gevormd, behorende bij het te genereren frame, waarin de voornoemde gegevens opgeslagen in de eenheid 32, 33 en 34 dienen te worden ondergebracht. In de getekende stand van de schakelmiddelen 40 wordt de synchronisatie- en systeeminformatie voor een frame door de generator 31 afgegeven en aan de uitgang 7 toegevoerd. Vervolgens 15 schakelt de schakelaar 40 onder invloed van het stuursignaal van CPU 30 dat via de leiding 53 wordt toegevoerd, om naar de tweede stand van boven, zodat de uitgang van de generator 32 met de uitgang is gekoppeld. De allocatie-informatie wordt nu door de generator 32 aan de uitgang 7 toegevoerd. De volgorde van de allocatie-informatie is zoals 20 aan de hand van figuur 10 of 11 beschreven. Daarna schakelt de schakelaar 40 om naar de derde stand van boven. Dit betekent dat de uitgang van generator 33 met de uitgang 7 is gekoppeld. De generator 33 levert nu de schaalfactoren in de juiste volgorde af aan de uitgang 7. Dan schakelt de schakelaar 40 om naar de volgende stand, zodat de 25 uitgang van de generator 34 met de uitgang 7 is gekoppeld. De generator 34 levert nu de bemonsteringen in de verschillende subbanden, in de juiste volgorde af aan de uitgang 7. In deze cyclus is nu precies één frame toegevoerd aan de uitgang 7. Vervolgens schakelt de schakelaar 40 weer om naar de bovenste stand. Een nieuwe cyclus begint 30 waarin een volgend blok van 12 monsters voor elke subband wordt gekodeerd en een volgend frame aan de uitgang 7 kan worden gegenereerd. In sommige gevallen, bij voorbeeld indien de bemonsteringsfrequentie.  $F_S$  gelijk is aan 44,1 kHz, zie figuur 5, moet een additioneel informatiepakket (het dummy slot, zie figuur 2) worden toegevoegd. In 35 dat geval zal de schakelaar vanuit de stand waarin de generator 34 met de uitgang 7 is gekoppeld naar de onderste stand omschakelen. De uitgang van de generator 35 is nu met de uitgang 7 gekoppeld. De generator 35

genereert nu het additionele informatiepakket IP P'+1 dat wordt toegevoerd aan de uitgang 7. Daarna schakelt de schakelaar 40 weer over naar de bovenste stand, voor het begin van de volgende cyclus.

Het spreekt natuurlijk voorzich dat, indien men een foutenkorrektie op

5 het door de zender ontvangen signaal wil toepassen, om op deze manier te

corrigeren voor fouten die tijdens de transmissie in het verzonden

signaal zijn ontstaan, men een zekere kanaalkodering op het tweede

digitale signaal zal moeten toepassen. Eveneens is een modulatie van

10 het tweede digitale signaal nodig voor dat het tweede signaal kan worden

verzonden. Via het transmissiemedium wordt dus een digitaal signaal

verzonden dat misschien niet direkt herkenbaar is als tweede digitale

signaal, doch wat daar wel van is afgeleid. Verder zij nog vermeld dat,

bijvoorbeeld in het geval dat de subbanden een verschillende breedte

hebben, het aantal bemonsteringen voor de verschillende subbanden die in

15 één derde framedeel zijn opgeslagen verschillend kunnen en

waarschijnlijk ook zullen zijn. Nemen wij bijvoorbeeld een opdeling in

drie subbanden, een lage subband  $SB_1$ , een middenfrekwente subband

$SB_2$  en een hoge subband  $SB_3$ . De hoge subband  $SB_3$ , zal bijvoorbeeld

een twee maal zo grote bandbreedte hebben dan de andere twee subbanden.

20 Dit betekent dat er ook twee maal zoveel monsters voor de subband  $SB_3$

in het derde framedeel zullen zijn opgeslagen dan voor elk der andere

subbanden. De volgorde waarmee de bemonsteringen aan het

rekonstruktiefilter in de ontvanger worden toegevoerd kan dan zijn: het

eerste monster van  $SB_1$ , het eerste monster van  $SB_3$ , het eerste

25 monster van  $SB_2$ , het tweede monster van  $SB_3$ , het tweede monster van

$SB_1$ , het derde monster van  $SB_3$ , het tweede monster van  $SB_2$ , het

vierde monster van  $SB_3$  ... enz. De volgorde waarmee de allocatie-

informatie voor die subbanden dan in het tweede framedeel is opgeslagen

is dan: eerst het allocatiewoord voor  $SB_1$ , dan het allocatiewoord van

30  $SB_3$ , daarna het allocatiewoord voor  $SB_2$ . Evenzo voor de

schaalfactoren. De ontvanger weet verder uit de systeeminformatie dat in

dit geval de cyclus bestaat uit groepen van telkens vier monsters, elke

groep bevattende één monster van  $SB_1$ , een monster van  $SB_3$ , een

monster van  $SB_2$  en vervolgens nog een monster van  $SB_3$ .

Conclusies

1. Een digitaal transmissiesysteem met een zender een een ontvanger, voor het verzenden via een transmissiemedium, en ontvangen van, een breedbandige digitaal signaal met een zekere bemonsterfrequentie  $F_s$ , bij voorbeeld een digitaal audiosignaal,
- 5 waarbij de zender is voorzien van een ingangsklem voor het ontvangen van het breedbandige digitale signaal, welke ingangsklem is gekoppeld met een ingang van een tot de zender behorende signaalbron die is ingericht voor het genereren en aan een uitgang toevoeren van een tweede digitaal signaal, dat is opgebouwd uit op elkaar volgende frames waarbij elke
- 10 frame is opgebouwd uit een aantal informatiepakketten, elk informatiepakket bevattende  $N$  bits waarbij  $N$  groter is dan 1, waarbij de ontvanger is voorzien van een decoder met een ingang voor het ontvangen van het tweede digitale signaal, welke decoder is voorzien van een uitgang die is gekoppeld met een uitgangsklem voor het afgeven van het
- 15 breedbandige digitale signaal, met het kenmerk, dat, indien  $P$  in de formule

$$P = \frac{BR}{N} \times \frac{n_s}{F_s}$$

- 20 waarbij

- $BR$  gelijk is aan de bitrate van het tweede digitale signaal, en  $n_s$  het aantal samples is van het breedbandige digitale signaal, waarvan de daarmee overeenkomstige tot het tweede digitale signaal behorende informatie, zich bevindt in één frame van het tweede digitale
- 25 signaal,
- een geheel getal is, het aantal informatiepakketten  $B$  in één frame gelijk is aan  $P$ , en dat, indien  $P$  geen geheel getal is, het aantal informatiepakketten in een aantal van de frames gelijk is aan  $P'$ , waarbij  $P'$  het eerste op  $P$  volgende lager gelegen gehele getal is, en
- 30 het aantal informatiepakketten in de andere frames gelijk is aan  $P'+1$ , zodanig dat precies voldaan wordt aan de eis dat de gemiddelde frame rate van het tweede digitale signaal in hoofdzaak gelijk is aan  $F_s/n_s$ , dat een frame is opgebouwd uit ten minste een eerste framedeel, bevattende synchronisatie-informatie en informatie die in relatie staat
- 35 tot het aantal informatiepakketten in het frame.

2. Transmissiesysteem volgens konklusie 1, met het kenmerk, dat een frame is opgebouwd uit een eerste framedeel, een tweede

89014025

framedeel en een derde framedeel, het eerste framedeel verder bevattende systeem informatie, het tweede en derde framedeel bevattende signaal informatie.

3. Transmissiesysteem volgens konklusie 1 of 2 met het  
5 kenmerk dat, indien een frame  $P'+1$  informatiepakketten bevat, het eerste framedeel informatie bevat die overeenstemt met  $P'$ .

4. Transmissiesysteem volgens konklusie 2 of 3, waarbij de  
zender is voorzien van een koder bevattende signaalsplitsingsmiddelen  
voor het in responsie op het breedbandige-digitale signaal opwekken van  
10 een tweede digitale signaal in de vorm van een aantal van  $M$   
deelsignalen, waarbij  $M$  groter is dan 1, en bevattende middelen voor het  
kwantiseren van de respektieve deelsignalen, met het kenmerk, dat het  
tweede framedeel van een frame allokatie-informatie bevat aangevende  
voor ten minste een aantal van de deelsignalen het aantal bits waarmee  
15 de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die deelsignalen  
verkregen, gekwantiseerde deelsignalen, en dat het derde framedeel de  
bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde deelsignalen  
(indien aanwezig).

5. Transmissiesysteem volgens konklusie 4, waarbij de  
20 signaalsplitsingsmiddelen zijn in de vorm van analysefiltermiddelen voor  
het in responsie op het breedbandige digitale signaal opwekken van een  
aantal van  $M$  sub-band signalen, welke analysefiltermiddelen de  
signaalband van het breedbandige digitale signaal met  
bemonsterfrequentieverlaging opdelen in opeenvolgende sub-band met  
25 bandnummers  $m$  die toenemen met de frequentie, en de  
kwantiseringsmiddelen zijn ingericht voor het bloksgewijs kwantiseren  
van de respektieve sub-band signalen, met het kenmerk, dat de allocatie-  
informatie in het tweede framedeel van een frame voor tenminste een  
aantal van de subbandsignalen het aantal bits aangeeft waarmee de  
30 bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit die subbandsignalen  
verkregen, gekwantiseerde subbandsignalen, en dat het derde framedeel de  
bemonsteringen bevat van ten minste deze gekwantiseerde subbandsignalen  
(indien aanwezig).

6. Transmissiesysteem volgens konklusie 5, met het kenmerk,  
35 dat het derde framedeel additioneel schaalfactoren bevat, een  
schaalfactor behorend bij ten minste één van de gekwantiseerde  
subband signalen opgeslagen in het derde framedeel, en dat de

8901402.

schaalfactoren vóór de gekwantiseerde subbandsignalen in het derde framedeel zijn opgeslagen.

7. Transmissiesysteem volgens konklusie 5 of 6, waarbij de ontvanger is voorzien van een dekodeur bevattende synthesefiltermiddelen voor het in responsie op de respektieve gekwantiseerde subbandsignalen konstrueren van een replica van het breedbandige digitale signaal, welke synthesefiltermiddelen de subbanden met bemonsterfrequentieverhoging samenvoegen tot de signaalband van het breedbandige digitale signaal, met het kenmerk, dat de bemonsteringen van de subbandsignalen (indien aanwezig) in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarmee deze bemonsteringen na ontvangst in de ontvanger aan de synthesefiltermiddelen worden aangeboden.

8. Transmissiesysteem volgens konklusie 7, met het kenmerk dat de allocatie informatie voor de verschillende gekwantiseerde subbandsignalen in een zelfde volgorde in het tweede framedeel is opgeslagen.

9. Transmissiesysteem volgens konklusie 8, met het kenmerk, dat de schaaalfactoren in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarin de allocatie-informatie voor de bij die schaaalfactoren behorende gekwantiseerde subbandsignalen in het tweede framedeel is opgeslagen.

10. Transmissiesysteem volgens één der konklusies 5 tot en met 9, waarbij het breedband digitale signaal is opgebouwd uit een eerste en een tweede signaaldeel, bij voorbeeld een digitaal stereosignaal, waarbij de analysefiltermiddelen verder zijn ingericht voor het in response op de eerste en tweede signaaldelen opwekken van een aantal van M subband signalen, waarbij elk subband signaal is opgebouwd uit een eerste en een tweede subbandsignaaldeel, de middelen verder zijn ingericht voor het kwantiseren van de respektieve eerste en tweede subbandsignaaldelen in een zekere subband, met het kenmerk, dat het tweede framedeel van een frame allocatie-informatie bevat, aangevende voor genoemde subband, het aantal bits waarmee de bemonsteringen zijn weergegeven van de, uit elk der twee subbandsignalen van genoemde subband verkregen, gekwantiseerde eerste en tweede subband signaaldelen, en dat het derde framedeel de bemonsteringen bevat van deze gekwantiseerde eerste en tweede subband signaaldelen (indien aanwezig).

8901402.

11. Transmissiesysteem volgens konklusie 10, voor zover afhankelijk van konklusie 6, met het kenmerk, dat het derde framedeel voor genoemde subband twee schaalfactoren bevat, elke schaalfactor behorend bij een van het eerste en tweede gekwantiseerde subband
- 5 signaaldeel uitgenoemde subband.
12. Transmissiesysteem volgens konklusie 10 of 11, voor zover afhankelijk van konklusie 7, waarbij de synthesefiltermiddelen zijn ingericht voor het in responsie op de respektieve gekwantiseerde subbandsignaaldelen konstrueren van een replika van het uit het eerste
- 10 en het tweede signaaldeel opgebouwde breedbandige digitale signaal, met het kenmerk, dat de bemonsteringen van de subbandsignaaldelen (indien aanwezig) in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarmee de bemonsteringen van deze subbandsignaaldelen, na ontvangst in de ontvanger, aan de
- 15 synthesefiltermiddelen worden aangeboden.
13. Transmissiesysteem volgens konklusie 12, met het kenmerk, dat de allocatie-informatie voor de verschillende gekwantiseerde subbandsignaaldelen in een zelfde volgorde in het tweede framedeel is opgeslagen.
- 20 14. Transmissiesysteem volgens konklusie 13, met het kenmerk, dat de schaalfactoren in een volgorde in het derde framedeel zijn opgeslagen die overeenkomt met de volgorde waarin de allocatie-informatie voor de bij die schaalfactoren behorende eerste en tweede gekwantiseerde subband signaaldelen in het tweede framedeel zijn
- 25 opgeslagen en dat de schaalfactoren vééor de gekwantiseerde subband signaaldelen in het derde framedeel zijn opgeslagen.
15. Transmissiesysteem volgens konklusie 4, met het kenmerk, dat het  $(P'+1)$ -de informatiepakket geen bruikbare informatie bevat.
16. Transmissiesysteem volgens één der voorgaande
- 30 konklusies, met het kenmerk, dat de frames een vierde framedeel bevatten, waarin foutendetektie- en/of foutenkorrektie-informatie is opgenomen.
17. Zender te gebruiken in een transmissiesysteem volgens één der voorgaande konklusies.
- 35 18. Zender volgens konklusie 17, met het kenmerk, dat de zender is in de vorm van een inrichting voor het optekenen van het tweede digitale signaal in een spoor op een registratiedrager.

8901402.



19. Registratiedrager verkregen met de zender volgens konklusie 18, met het kenmerk, dat in het spoor het tweede digitale signaal is opgenomen.

20. Ontvanger, te gebruiken in een transmissiesysteem volgens  
5 één der konklusies 1 tot en met 15.

21. Ontvanger volgens konklusie 20, met het kenmerk, dat de ontvanger is in de vorm van een inrichting voor het uitlezen van het tweede digitale signaal uit een spoor op een registratiedrager.

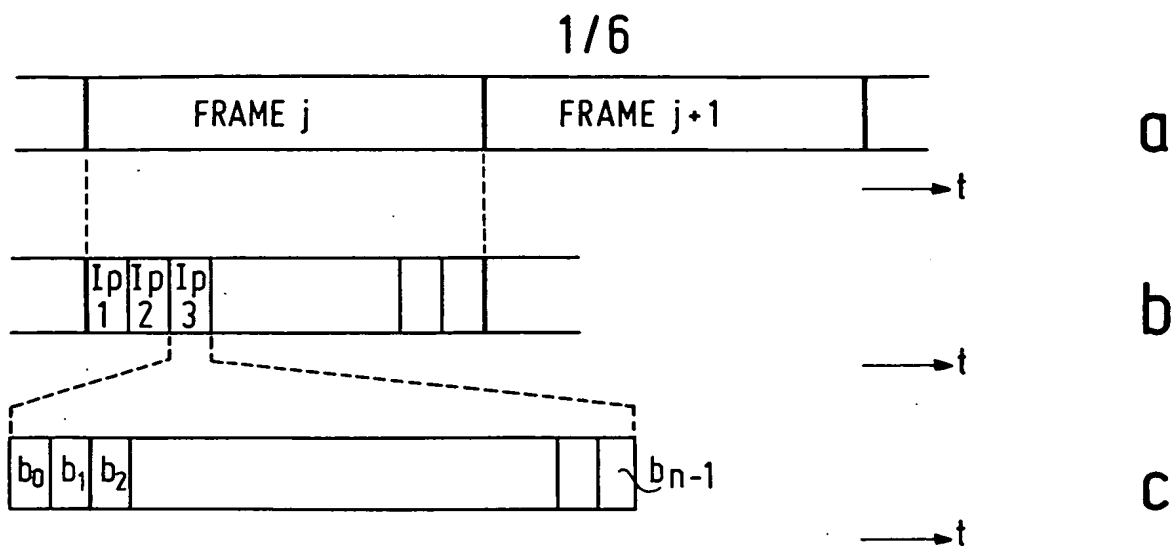


FIG.1

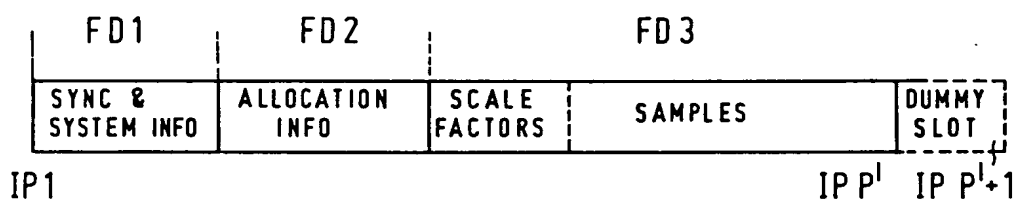


FIG.2

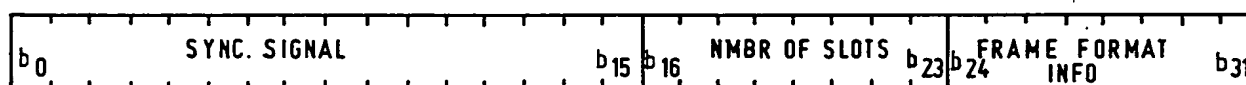


FIG.3

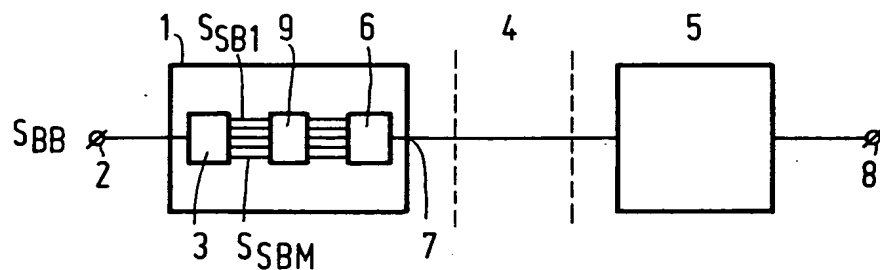


FIG.4

89 01 402 .

2/6

BR bitrate (kbits/s)	Fs sample freq. (kHz)	B # slots in a frame
128	32	48
	44.1	34 + padding
	48	32
192	32	72
	44.1	52 + padding
	48	48
256	32	96
	44.1	69 + padding
	48	64
384	32	144
	44.1	104 + padding
	48	96

FIG. 5

bitrate (kbits/s)	total # frames in padding sequence	# frames with a dummy slot
128	147	122
192	49	12
256	147	97
384	49	24

FIG. 6

8901402.

3/6

Bit 24 :	Frame type	0	format A
		1	format B
Bits 25 and 26: Copyright		0 0	no copyright, own rec.
		0 1	no copyright, software
		1 0	copyright, own recording
		1 1	copyright, software
Bits 27 - 31 :	Mode indication		

		Sample Freq.	Emphasis
0 0 0 0 0	Stereo	48 kHz	no emphasis
0 0 0 0 1	Stereo	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 0 1 0	Stereo	44.1 kHz	no emphasis
0 0 0 1 1	Stereo	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 1 0 0	Stereo	32 kHz	no emphasis
0 0 1 0 1	Stereo	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 0 1 1 0		reserved	
0 0 1 1 1		reserved	
0 1 0 0 0	2 Chan.	48 kHz	no emphasis
0 1 0 0 1	2 Chan.	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 0 1 0	2 Chan.	44.1 kHz	no emphasis
0 1 0 1 1	2 Chan.	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 1 0 0	2 Chan.	32 kHz	no emphasis
0 1 1 0 1	2 Chan.	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
0 1 1 1 0		reserved	
0 1 1 1 1		reserved	
1 0 0 0 0	1 Chan.	48 kHz	no emphasis
1 0 0 0 1	1 Chan.	48 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 0 1 0	1 Chan.	44.1 kHz	no emphasis
1 0 0 1 1	1 Chan.	44.1 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 1 0 0	1 Chan.	32 kHz	no emphasis
1 0 1 0 1	1 Chan.	32 kHz	50/15 $\mu$ sec
1 0 1 1 0		reserved	
1 0 1 1 1	1 Chan.	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 0 0	Stereo	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 0 1	2 Chan.	48 kHz	CCITT J.17
1 1 0 1 0	Stereo	44.1 kHz	CCITT J.17
1 1 0 1 1	2 Chan.	44.1 kHz	CCITT J.17
1 1 1 0 0	Stereo	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 0 1	2 Chan.	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 1 0	1 Chan.	32 kHz	CCITT J.17
1 1 1 1 1	1 Chan.	44.1 kHz	CCITT J.17

FIG. 7

mode	channel I	channel II
stereo	left	right
2 channel mono	program I	program II
1 channel mono	program I	not used

8901402.

FIG. 8

4/6

allocation info	length of samples in bits	
0000	-	(no samples or scale factors transferred)
0001	2	
0010	3	
0011	4	
0100	5	
0101	6	
0110	7	
0111	8	
1000	9	
1001	10	
1010	11	
1011	12	
1100	13	
1101	14	
1110	15	
1111	not used to prevent incorrect sync detection	

FIG.9

slot 2:							
I-1	II-1	I-2	II-2	I-3	II-3	I-4	II-4
slot 3:							
I-5	II-5	I-6	II-6	I-7	II-7	I-8	II-8
slot 4:							
I-9	II-9	I-10	II-10	I-11	II-11	I-12	II-12
slot 5:							
I-13	II-13	I-14	II-14	I-15	II-15	I-16	II-16
slot 6:							
I-17	II-17	I-18	II-18	I-19	II-19	I-20	II-20
slot 7:							
I-21	II-21	I-22	II-22	I-23	II-23	I-24	II-24
slot 8:							
I-25	II-25	I-26	II-26	I-27	II-27	I-28	II-28
slot 9:							
I-29	II-29	I-30	II-30	I-31	II-31	I-32	II-32

FIG.10

slot 2:							
I-1	II-1	I-2	II-2	I-3	II-3	I-4	II-4
slot 3:							
I-5	II-5	I-6	II-6	I-7	II-7	I-8	II-8
slot 4:							
I-9	II-9	I-10	II-10	I-11	II-11	I-12	II-12
slot 5:							
I-13	II-13	I-14	II-14	I-15	II-15	I-16	II-16

FIG.11

8901402.

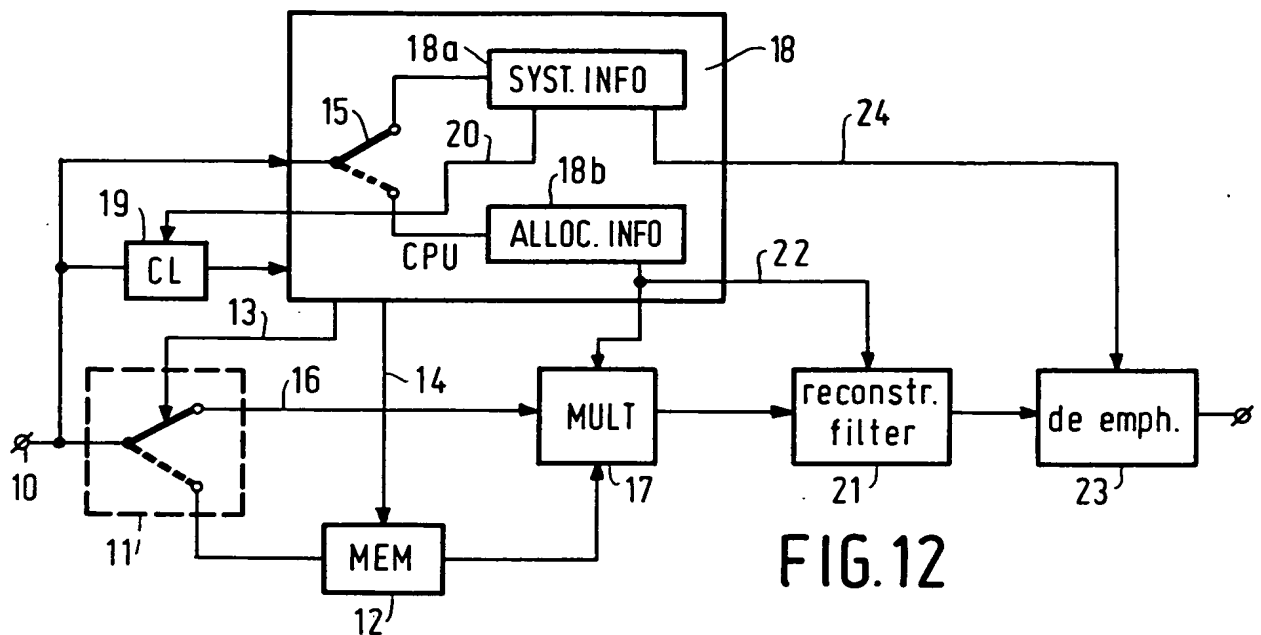


FIG. 12

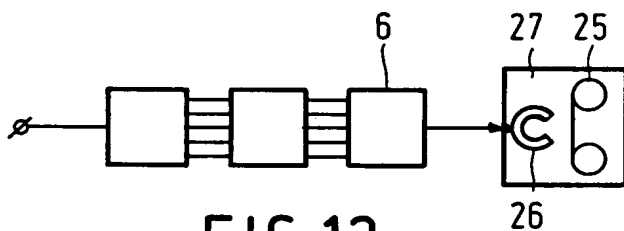


FIG. 13

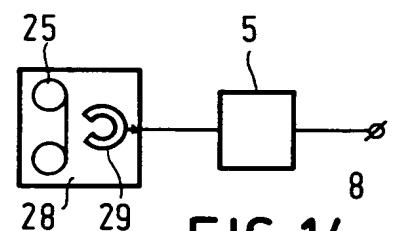
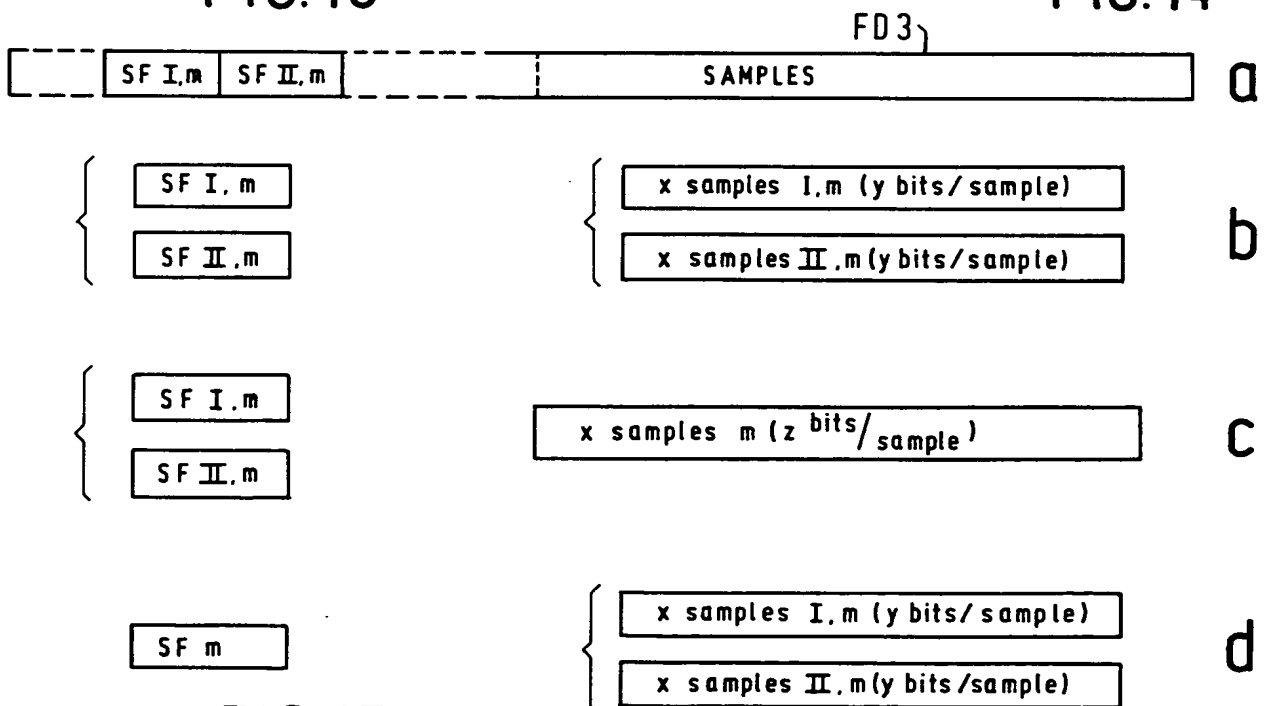


FIG. 14



8901402 FIG. 15

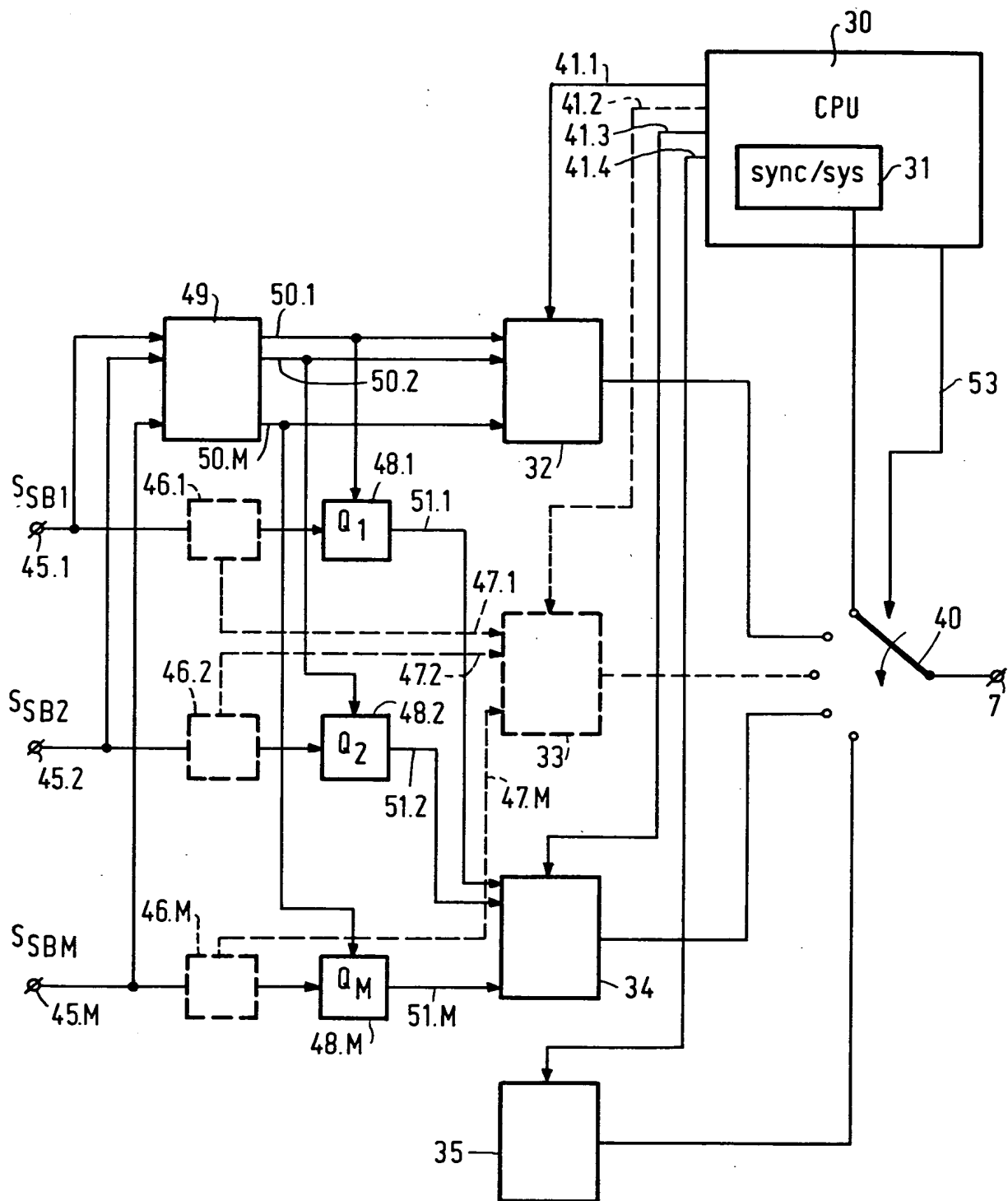


FIG. 16

89 01 402